
Norme internationale



5187

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Soudage et techniques connexes — Assemblages exécutés avec des produits d'apport de brasage tendre et de brasage fort — Méthodes d'essai mécanique

Welding and allied processes — Assemblies made with soft solders and brazing filler metals — Mechanical test methods

Première édition — 1985-05-01 (standards.iteh.ai)

[ISO 5187:1985](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0da26dac-1eaa-489c-9f8d-b789d47ad0a7/iso-5187-1985)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0da26dac-1eaa-489c-9f8d-b789d47ad0a7/iso-5187-1985>

CDU 621.791.052 : 620.172

Réf. n° : ISO 5187-1985 (F)

Descripteurs : soudage, brasage, joint brasé, essai, essai mécanique, essai de cisaillement, essai de traction, matériel d'essai.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5187 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*.

[ISO 5187:1985](#)

Elle annule et remplace l'ISO 3683-1978, de domaine d'application plus restreint.

Soudage et techniques connexes — Assemblages exécutés avec des produits d'apport de brasage tendre et de brasage fort — Méthodes d'essai mécanique

0 Introduction

Un joint brasé n'est pas un corps homogène, mais un assemblage hétérogène, formé de matériaux différents, ayant des propriétés physiques et chimiques différentes. Dans le cas le plus simple, il est constitué du produit d'apport et du métal de base. Des phénomènes de diffusion se produisent aux surfaces de contact et donnent naissance dans les zones de liaison à une série de nouveaux alliages, différents entre eux et différents du produit d'apport et du métal de base.

Dans l'étude de la résistance de tels joints hétérogènes, les hypothèses simplifiées de la théorie et de l'élasticité — valables pour un corps métallique homogène ou les contraintes dues aux forces extérieures se transmettent uniformément d'un élément de surface ou de volume aux éléments voisins — ne sont plus applicables.

En conséquence, la notion de «résistance d'un produit d'apport» doit être limitée strictement au métal solidifié après fusion. La résistance d'un assemblage brasé étant, par contre, une fonction de la résistance intrinsèque du produit d'apport et d'une série de facteurs extérieurs, il s'ensuit que les essais ayant pour but la détermination de cette résistance doivent être exécutés suivant des conventions précises, tenant compte — en plus des caractéristiques du produit d'apport lui-même — d'une série de facteurs extérieurs, notamment:

- composition et résistance du métal de base;
- forme de l'éprouvette;
- géométrie et état de surface du joint;
- flux utilisé;
- technique de brasage employée (source de chaleur, température de brasage, rapidité de chauffage, etc.);
- temps de maintien à la température de brasage;
- jeux;
- nombre d'essais;
- méthode utilisée pour interpréter les résultats;
- nature et importance des défauts au niveau de la rupture.

Pour connaître la résistance d'un assemblage brasé, la présente Norme internationale permet de déterminer les grandeurs caractéristiques suivantes:

a) pour le brasage fort

— la résistance instantanée à la traction, à froid, à la température ambiante ou à chaud,

— la résistance instantanée au cisaillement, à froid, à la température ambiante ou à chaud,

— la résistance au cisaillement en fluage à chaud;

b) pour le brasage tendre

— la résistance instantanée au cisaillement, à froid, à la température ambiante ou à chaud,

— la résistance au cisaillement en fluage, à la température ambiante ou à chaud;

et ce, pour un produit d'apport, un flux et un métal de base donnés.

Afin que les essais soient reproductibles et comparables entre eux, il importe d'utiliser des éprouvettes de traction et de cisaillement d'un type bien défini et de recourir à un mode opératoire précisé. La présente Norme internationale répond à cette fin.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale définit le principe et la technique des essais permettant de déterminer les caractéristiques mécaniques conventionnelles d'assemblages types réalisés avec des produits d'apport de brasage tendre et de brasage fort; elle définit également une méthode d'interprétation des résultats obtenus.

La présente Norme internationale est applicable aux produits d'apport accompagnés éventuellement de leur flux, et destinés à être utilisés pour le brasage tendre et le brasage fort des métaux et alliages ferreux et non ferreux.

2 Méthodes d'essai

2.1 Assemblages types

2.1.1 Résistance au cisaillement conventionnelle

Pour la détermination de la résistance au cisaillement conventionnelle, on utilise un assemblage de deux pièces emboîtées, avec un jeu fixé de manière que le joint brasé soit soumis à une contrainte de cisaillement lorsqu'une force de traction est appliquée à l'éprouvette.

Deux éprouvettes sont proposées (voir figures 1 et 2), l'utilisateur peut choisir l'une ou l'autre. Le type d'éprouvette choisi doit être noté dans le procès-verbal d'essai.

2.1.2 Résistance à la traction conventionnelle

Pour la détermination de la résistance à la traction conventionnelle, on utilise un assemblage exécuté bout à bout sur deux barreaux dont les extrémités présentent un jeu déterminé à l'avance.

La figure 3 donne les dimensions de l'éprouvette de traction.

2.2 Choix du métal de base — Jeux

Afin d'obtenir la rupture dans le joint, le métal de base doit, dans la mesure du possible, être choisi de telle manière que la charge de rupture de l'assemblage brasé soit inférieure à la charge correspondant à la limite d'élasticité du métal de base.

Dans la pratique, pour répondre à un problème précis, on peut être conduit à utiliser comme métal de base pour les éprouvettes, le métal employé pour les pièces correspondant au cas considéré; de même les jeux des éprouvettes doivent être ceux de ces pièces.

Le métal de base et les jeux doivent être indiqués dans le procès-verbal d'essai.

2.3 Préparation des surfaces

Avant l'opération de brasage, les surfaces à braser doivent être propres et exemptes d'oxydes, de graisse, d'huile, de peinture, etc. On doit utiliser un procédé et un produit de nettoyage adaptés aux particularités du métal de base.

De même, les éprouvettes doivent posséder, au niveau des joints, un état de surface caractérisé par une rugosité, R_a , comprise entre 1,6 et 3,2 μm , si elles sont en cuivre ou en alliage cuivreux et une rugosité comprise entre 1,6 et 6,3 μm , si elles sont en acier non allié.

Si les essais doivent répondre à un problème précis, l'état de surface doit être celui correspondant au cas considéré.

Le produit et le procédé de nettoyage ainsi que l'état de surface au niveau des joints doivent être indiqués dans le procès-verbal d'essai.

2.4 Mise en place du produit d'apport et du flux

Les éléments constitutifs de l'éprouvette étant en position verticale, le produit d'apport sous forme appropriée (fil, poudre,

etc.) est placé d'un côté du joint, en quantité suffisante pour remplir la gorge après fusion.

Lorsqu'il est nécessaire de faire appel à un flux, on doit prendre celui convenant au produit d'apport et au métal de base essayés; l'utilisation étant faite conformément aux indications du fabricant.

Les caractéristiques du flux utilisé doivent être précisées dans le procès-verbal d'essai.

2.5 Conditions de chauffage

On peut utiliser un montage permettant de maintenir l'éprouvette verticalement, dans la position indiquée aux figures 1, 2 et 3. Ce montage ne doit pas gêner la dilatation et le retrait de l'ensemble de l'éprouvette afin d'éviter toute action sur le joint brasé au cours du refroidissement.

Dans le cas d'un chauffage avec une flamme oxyacétylénique réglée normalement, on peut utiliser le dispositif de la figure 4. Ce dernier consiste essentiellement en une tôle de base (1) sur laquelle sont montés un support pour l'éprouvette (2), un système de serrage (3) et un support pivotant (4) pour le chalumeau représenté schématiquement sous le repère (5).

D'autres montages peuvent être utilisés en fonction du mode de chauffage choisi.

L'ensemble est porté à la température de brasage au moyen du mode de chauffage retenu (chalumeau, induction, four, etc.).

Si l'éprouvette n'est pas chauffée uniformément sur la totalité de sa longueur (par exemple chauffage au chalumeau, par induction), on doit veiller particulièrement à ce que la température de brasage soit atteinte uniformément sur une distance d'au moins 10 mm de part et d'autre du joint.

À titre indicatif

Si le chauffage est effectué au chalumeau ou par induction, le cycle de montée en température de l'éprouvette devrait permettre d'atteindre la température de fusion du produit d'apport en 40 à 60 s, le temps de chauffage étant prolongé de 5 s après obtention de cette température. Sauf spécification particulière, les éprouvettes doivent ensuite être maintenues à la température de brasage pendant une durée de 10 à 30 s.

Toutes les conditions opératoires doivent être consignées dans le procès-verbal d'essai.

NOTE — Dans le cas où les éprouvettes doivent être faites afin d'obtenir des données fondamentales, l'ensemble des conditions de chauffage sont laissées à l'initiative du responsable des essais.

2.6 Nombre d'éprouvettes

2.6.1 Pour déterminer la résistance à la température ambiante ou à froid, cinq éprouvettes sont nécessaires.

2.6.2 Pour tracer une courbe de résistance à chaud ou de fluage, cinq à dix éprouvettes sont nécessaires.

2.7 Usinage des éprouvettes

Après brasage, les éprouvettes de traction et de cisaillement sont usinées conformément aux figures 1, 2 et 3 de façon que les propriétés mécaniques de l'assemblage ne soient pas affectées.

2.8 Exécution des essais de cisaillement et de traction

Tous les essais doivent être exécutés dans des montages, sur une machine comportant, de préférence, des mors orientables afin d'éviter l'apparition de contraintes parasites de flexion dans les éprouvettes. Les essais de cisaillement sur les éprouvettes des figures 1 et 2 doivent être exécutés avec les montages des figures 5 et 6.

La résistance du joint, exprimée en mégapascals (MPa), est obtenue en divisant la charge de rupture exprimée en newtons par la surface du joint brasé¹⁾ exprimée en millimètres carrés. Les résultats de l'examen de rupture doivent être notés dans le procès-verbal d'essai.

Pour les essais instantanés de cisaillement ou de traction à froid, à l'ambiante (température comprise entre 18 et 24 °C) ou à chaud, la mise en charge doit s'effectuer avec une régulation de la machine d'essai [vitesse de déplacement exprimée en micromètres par seconde ($\mu\text{m/s}$) ou régulation en force exprimée en newtons par seconde (N/s)] compatible avec les caractéristiques du produit d'apport objet de l'essai.

Les éprouvettes de cisaillement ou de traction en instantané à chaud doivent être mises en charge sur une machine de traction équipée d'un four, la température de l'éprouvette doit être stabilisée avant mise en charge pendant 1 h et la température du four doit être réglée à ± 1 %.

Pour les éprouvettes destinées aux essais de fluage, utiliser une machine de fluage/rupture. La température doit être stabilisée avant mise en charge pendant 2 h et la température du four doit être réglée à ± 1 %. Dans le cas où le fluage est exécuté à température ambiante, c'est cette dernière qui est à prendre en considération.

La surface de rupture doit être examinée et les résultats de cet examen doivent être consignés dans le procès-verbal d'essai.

3 Expression des résultats

3.1 Interprétation des essais instantanés de cisaillement et de traction à la température ambiante

Pour faciliter l'exploitation des résultats de l'essai instantané de cisaillement à la température ambiante, il est possible de procéder à une interprétation statistique en calculant la moyenne et l'écart-type des résultats d'essais.

Cette moyenne, \bar{x} , et cet écart-type, s , se déterminent comme suit:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

En vue de la réception d'un produit d'apport donné, on peut fixer la valeur moyenne à atteindre à un minimum M_0 .

Cette manière de procéder s'explique par les raisons suivantes:

- on ignore les rapports existant entre la variabilité due à la méthode d'essai et la variabilité due au produit d'apport lui-même;
- fixer une gamme de tolérances minimales exigerait plusieurs essais préalables pour tous les types de produits d'apport existants;
- le nombre d'essais requis pour évaluer des tolérances minimales est généralement plus élevé que celui que demande l'évaluation de moyennes.

Dans ces conditions, et considérant la moyenne des résultats de n essais, on se fixe pour règle d'accepter un produit d'apport de classe donnée, lorsqu'il se caractérise par une moyenne minimale M_0 , telle que:

- la probabilité d'accepter un produit d'apport dont la résistance moyenne est inférieure à M_0 , soit au plus égale à un petit nombre β (risque du client).
- un produit d'apport donnant une forte proportion théorique P de résultats supérieurs à M_0 , soit accepté dans un nombre élevé de cas ($1 - \alpha$), α étant le risque du fabricant.

Ces conditions sont à respecter quel que soit l'écart-type inconnu qui caractérise le comportement du produit d'apport au cours de l'essai.

Tout produit d'apport est réputé remplir la condition fixée concernant M_0 , si la moyenne \bar{x} des résultats x_i de n essais satisfait à la condition:

$$\bar{x} - ks > M_0$$

Si l'on fixe le risque $\alpha - \beta = 0,10$ pour $P = 10$ %, on trouve en se référant aux tableaux existants d'échantillonnage par variables que:

$$\text{pour } n = 5 \\ k = 0,68$$

1) Dans le cas où des défauts sont apparus dans la surface rompue, leur surface doit être déduite et leur présence signalée dans le procès-verbal d'essai.

Dans ces conditions, \bar{x} étant la moyenne de cinq essais, on doit avoir

$$\bar{x} - 0,68 s > M_0$$

Le calcul de k et de n repose sur le fait que dans la première approximation, les résultats suivent une loi normale. La variable incertaine

$$t = \frac{\bar{x} - M_0}{s/\sqrt{n}}$$

suit alors une loi de Student (si la moyenne est M_0) ou une loi de Student décentrée de $1,2816\sqrt{n}$ (quand $P = 10\%$), et les valeurs k et n sont alors déterminées par les deux conditions:

$$Pr(t > k\sqrt{n}) = \alpha = 0,10 \text{ (} t \text{ centré)}$$

$$Pr(t > k\sqrt{n}) = \beta = 0,10 \text{ (} t \text{ décentré)}$$

Le risque envisagé paraît raisonnable pour les conditions d'essai fixées car il implique un petit nombre d'essais, ce qui, sur le plan économique, est loin d'être négligeable.

3.2 Essais de cisaillement instantané à chaud

Les essais de cisaillement instantanés à chaud permettent de tracer la courbe de contrainte de rupture, en mégapascals, en fonction de la température, en degrés Celsius.

La figure 7 donne un exemple de courbe obtenue avec trois essais par température.

3.3 Essais de cisaillement au fluage

Avec une ou plusieurs températures, le but des essais est de tracer la ou les courbes:

$$\text{contrainte de rupture en mégapascals} = f(\text{temps de rupture en heures})$$

Les contraintes doivent être choisies de manière à obtenir des temps de rupture compris entre 0,1 et 10^3 h. Pour des cas spéciaux, il sera possible de rechercher les contraintes donnant des temps de rupture de 10^5 ou 10^6 h.

La figure 8 donne une méthode de présentation des résultats.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 5187:1985](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0da26dac-1eaa-489c-9f8d-b789d47ad0a7/iso-5187-1985)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0da26dac-1eaa-489c-9f8d-b789d47ad0a7/iso-5187-1985>

Dimensions en millimètres, valeurs de rugosité de surface en micromètres

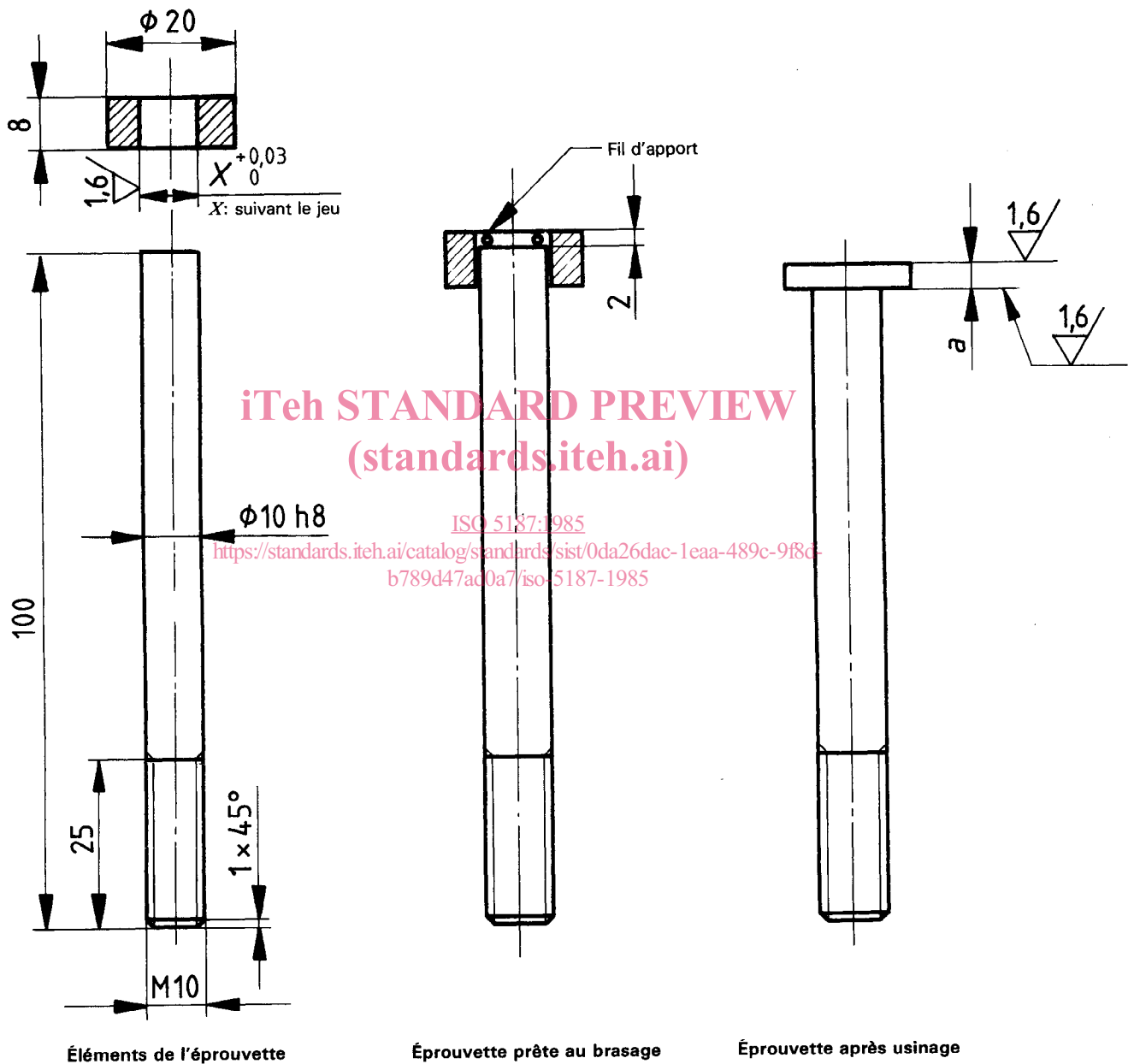


Figure 1 — Dimensions de l'éprouvette de cisaillement type I

Dimensions en millimètres, valeurs de rugosité de surface en micromètres

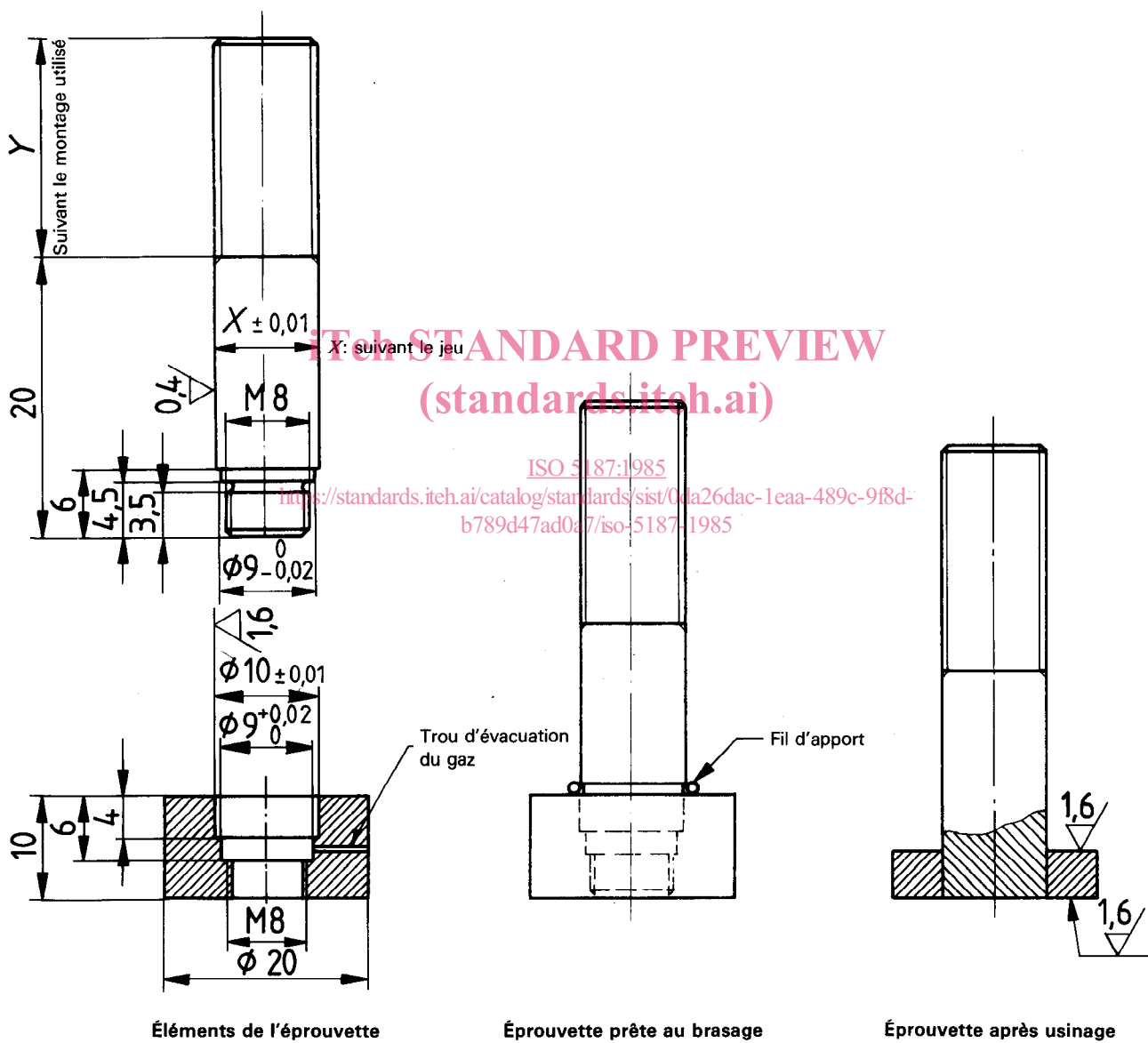


Figure 2 — Dimensions de l'éprouvette de cisaillement type II

Dimensions en millimètres

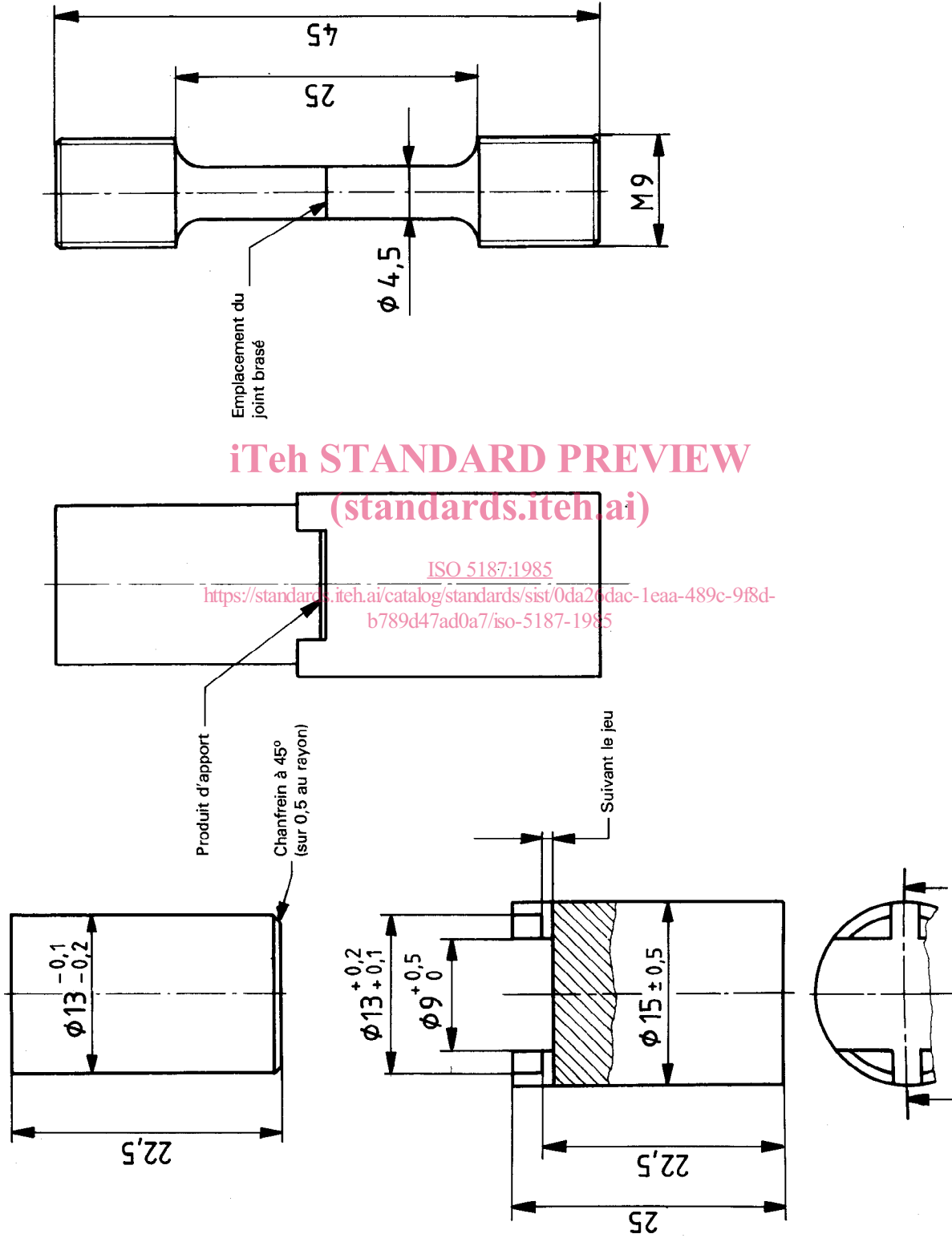


Figure 3 — Dimensions de l'éprouvette de traction